

A large industrial furnace, likely a blast furnace, is shown in operation. The structure is tall and cylindrical, with multiple levels of walkways and ladders. At the base, a bright orange glow indicates molten metal being processed. The background shows other industrial structures and a dark sky.

КОСТЮК О.П.

**ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНІ
ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНІ
ПРОЦЕСИ ТА УСТАНОВКИ**

Навчальний посібник

УДК 621.1.016 (075)

ББК 31.35 я 73

К72

*Затверджено вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.
(Протокол № 14 від 28 грудня 2012 р.)*

Рецензенти:

Пуховий І.І., доктор технічних наук, професор Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»;

Волощук В.А., кандидат технічних наук, доцент Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне).

Костюк О. П.

К72 Високотемпературні теплотехнологічні процеси та установки. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 182 с.

У навчальному посібнику систематизовано основні відомості про теоретичні основи теплової роботи високотемпературних установок- рух газів, зовнішній та внутрішній теплообмін, використання палива. Описано основні методи розв'язання задач теплотехнологічних процесів. Викладено питання тепло- і масообміну теплових режимів основних високотемпературних установок. Розглянуто конструкції паливних печей, що використовуються для отримання чавуну, сталі, нагріву металу з метою подальшої обробки тиском та термічної обробки, основних печей, які використовуються для обпалу будівельних виробів та матеріалів.

Посібник призначено для студентів вищих навчальних закладів напряму підготовки 6.050601 „Теплоенергетика”, а також буде корисний спеціалістам, магістрам і аспірантам, які працюють у цій галузі.

УДК 621.1.016 (075)

ББК 31.35 я73

© Костюк О.П., 2013

© НУВГП, 2013

ПЕРЕДМОВА

В основі курсу лежить вивчення теплових та деяких супутніх їм процесів, таких як горіння палива, теплообмін, рух газів, технологічні режими, а також методи їх розрахунку та загальні принципи конструювання високотемпературних установок.

Високотемпературною установкою називають технологічні агрегати або установки, призначені для отримання з вихідних матеріалів продуктів з певними фізико-механічними властивостями, необхідними для його подальшої обробки або у вигляді кінцевого продукту шляхом його теплової обробки. Високотемпературні установки – це складне обладнання, в якому процес генерації теплоти органічно пов'язаний з процесами передачі теплоти в зону технологічного процесу.

У металургії та машинобудуванні, при виробництві будівельних матеріалів та в багатьох інших галузях промисловості одним з основних видів обладнання є печі-агрегати, в яких здійснюється тепла обробка різних матеріалів. У багатьох галузях виробництва якість роботи печей визначає якість готової продукції. Печі є досить енергомістким обладнанням, які споживають значну кількість твердого (коксу), газоподібного та рідкого палива, а також електроенергії. Їх функціонування залежить від умов спалювання палива, газодинаміки продуктів згорання, масообміну, фізико-хімічних перетворень та інших процесів, кінцевий результат яких визначається у теплообміні з виробами, що термічно оброблюються. Інтенсифікація теплообміну при дотриманні технологічних умов, мінімальній витраті палива та інших енергоносіїв досягається створенням оптимальних теплових режимів. Вивчення особливостей теплообміну та теплових режимів при обробці різних матеріалів дозволяє не лише забезпечити високоефективну експлуатацію промислових печей, але й отримати економічні проектні рішення. Вміння розраховувати процес теплообміну та керувати тепловими режимами – важливий елемент в теоретичній підготовці інженерів-теплотехніків, теплоенергетиків.

При вивченні дисципліни студенти повинні чітко уявляти всі процеси, які пов'язані з процесом теплообміну, знати характеристики різних видів печей, вміти оптимально вибирати режим теплової обробки матеріалу, який повинен задовольняти теплотехнічні та технологічні вимоги.

З М І С Т

Передмова	3
1. Класифікація промислових печей та загальна схема високотемпературної установки	4
1.1. Основні визначення	4
1.2. Загальна схема високотемпературної установки та призначення окремих її елементів.....	6
1.3. Класифікація високотемпературних установок на прикладі промислових печей.....	9
2. Рух газів та матеріалів у високотемпературних установках.....	12
2.1 Види руху газів.....	12
2.2. Аеродинаміка струмини газу	14
2.3. Геометричний напір газів.....	18
2.4. Рух газів у каналах.....	19
2.5. Розрахунок тяго-дутьової установки	29
2.6. Особливості руху газів у печах	33
2.7. Регулювання температури шляхом рециркуляції газів	35
2.8. Розрахунок висоти димової труби.....	41
3. Теплопередача у високотемпературних установках.....	48
3.1. Організація теплопередачі у високотемпературних установках	48
3.2. Теплопередача у високотемпературних установках з великим об'ємом вільного простору.....	53
3.3. Зовнішній теплообмін	56
3.4. Рівномірно розподілений зовнішній теплообмін випромінюванням у робочому просторі високотемпературної установки.....	58

3.5. Визначення температури димових газів на виході з робочої камери печі та розрахунок променесприймаючої поверхні нагріву матеріалу	68
3.6. Направлений зовнішній променевий теплообмін	72
3.7. Зовнішній теплообмін у щільному (фільтруючому), киплячому та у підвішеному шарі матеріалу	75
3.8. Внутрішній теплообмін.....	84
3.9. Розрахунок нагріву матеріалу (виробів) у печі з постійною температурою ($T_n = const$)	87
3.10. Розрахунок нагріву металу у печі зі змінною температурою	94
4. Теплові та матеріальні баланси високотемпературних установок.....	97
4.1. Загальні відомості про теплові та матеріальні баланси	97
4.2. Тепловий баланс високотемпературної установки	99
4.3. Матеріальний баланс високотемпературної установки	111
4.4. Властивості вогнетривких та теплоізоляційних матеріалів	117
4.5. Особливості складання теплових балансів.....	119
4.6. Питомі витрати умовного палива для деяких високотемпературних установок	121
4.7. Коефіцієнти корисної дії високотемпературних установок.....	122
4.8. Економія палива за рахунок використання теплоти відхідних димових газів	124
5. Принципові схеми промислових печей, конструктивні та теплові їх властивості	132
5.1. Умови роботи промислових печей	132
5.2. Камерні нагрівальні та плавильні печі	133
5.3. Відбивні плавильні печі	141
5.4. Циклонні обпалювальні та плавильні печі	143

5.5. Методичні нагрівальні печі.....	145
5.6. Тунельні печі.....	147
5.7. Кільцеві печі.....	149
5.8. Шахтні печі	152
Література.....	156
Предметний покажчик.....	158
Додатки.....	164